

35.C15410

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



In re Application of:)	
HIDEKI SATO)	Examiner: Unassigned
Application No.: 09/871,630)	Group Art Unit: 2872
Filed: June 4, 2001)	
For: DIFFRACTIVE OPTICAL ELEMENT)	September 20, 2001

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM FOR PRIORITY

Sir:

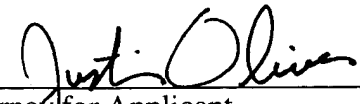
Applicant hereby claim priority under the International Convention and preserve all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Applications:

JAPAN 2000-170942, filed June 7, 2000; and
JAPAN 2001-166243, filed June 1, 2001.

Certified copies of the priority document are enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington D.C. office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant
Registration No. 44,986

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

JJO/tmm

DC_MAIN 71761 v 1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

0 15410 US/mas

Sato
09/871,630
2872

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application 0000年 6月 7日

出願番号

Application Number: 特願2000-170942

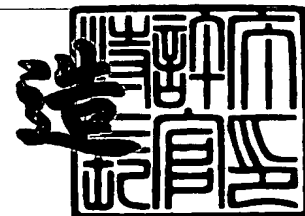
出願人

Applicant(s): キヤノン株式会社

2001年 6月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3057367

【書類名】 特許願

【整理番号】 4155143

【提出日】 平成12年 6月 7日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G02B 5/18

G02B 3/00

G02B 27/42

G02B 13/04

【発明の名称】 回折光学素子とその製造方法及び金型、該回折光学素子を有する光学系、観察装置、撮像素子及び撮像装置

【請求項の数】 21

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
キヤノン株式会社内

【氏名】 佐藤 英樹

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100105289

【弁理士】

【氏名又は名称】 長尾 達也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038379

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703875

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回折光学素子とその製造方法及び金型、該回折光学素子を有する光学系、観察装置、撮像素子及び撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも2種類の分散の異なる材質から構成される少なくとも2つの回折格子が、重ね合わされた回折光学素子において、

前記各回折格子は、互いの位置合わせをするためのマークを有し、該マークがそれによって該回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じないように構成されていることを特徴とする回折光学素子。

【請求項2】少なくとも2つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子において、

前記各回折格子は、互いの位置合わせをするためのマークを有し、該マークがそれによって該回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じないように構成されていることを特徴とする回折光学素子。

【請求項3】少なくとも2つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子において、

前記各回折格子は、互いの位置合わせをするためのマークを有し、該マークがそれによって該回折光学素子の作製誤差によって生じる回折効率の減少と略同程度の減少しか生じないように構成されていることを特徴とする回折光学素子。

【請求項4】前記マークは、前記各回折格子を光軸と垂直な方向の位置あわせをするためのマークであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の回折光学素子。

【請求項5】前記マークの大きさは、前記回折光学素子格子面上の第1輪帯面積に対して0.1%以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の回折光学素子。

【請求項6】前記マークの大きさは、顕微鏡等の拡大装置で確認できる大きさであることを特徴とする請求項5に記載の回折光学素子。

【請求項7】前記マークは、該マークのエッジにおいて光束が蹴られない構成を有することを特徴とする請求項6に記載の回折光学素子。

【請求項 8】前記マークの深さは、回折光学素子に形成される回折格子の深さの 10%以下の深さを有することを特徴とする請求項 5～7 のいずれか 1 項に記載の回折光学素子。

【請求項 9】少なくとも 2 種類の分散の異なる材質から構成される少なくとも 2 つの回折格子が、重ね合わされた回折光学素子の製造方法において、

前記各回折格子を互いに位置合わせをするために、前記回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じない構成のマークを、前記各回折光学素子に形成し、該マークを用いて互いの位置合わせをしながら前記回折光学素子を製造することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

【請求項 10】少なくとも 2 つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子の製造方法において、

前記各回折格子を互いに位置合わせをするために、前記回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じない構成のマークを、前記各回折光学素子に形成し、該マークを用いて互いの位置合わせをしながら前記回折光学素子を製造することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

【請求項 11】少なくとも 2 つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子の製造方法において、

前記各回折格子を互いに位置合わせをするために、前記回折光学素子の作製誤差によって生じる回折効率の減少と略同程度の減少しか生じない構成のマークを、前記各回折光学素子に形成し、該マークを用いて互いの位置合わせをしながら前記回折光学素子を製造することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

【請求項 12】前記マークは、前記各回折格子を光軸と垂直な方向の位置合わせをするためのマークであることを特徴とする請求項 9～11 のいずれか 1 項に記載の回折光学素子の製造方法。

【請求項 13】前記マークの大きさは、前記回折光学素子格子面上の第 1 輪帯面積に対して 0.1%以下であることを特徴とする請求項 9～12 のいずれか 1 項に記載の回折光学素子の製造方法。

【請求項 14】前記マークの大きさは、顕微鏡等の拡大装置で確認できる大きさであることを特徴とする請求項 13 に記載の回折光学素子の製造方法。

【請求項15】前記マークは、該マークのエッジにおいて光束が蹴られない構成を有することを特徴とする請求項14に記載の回折光学素子の製造方法。

【請求項16】前記マークの深さは、回折光学素子に形成される回折格子の深さの10%以下の深さを有することを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の回折光学素子の製造方法。

【請求項17】請求項9～16のいずれか1項に記載の回折光学素子の製造方法に用いることを特徴とする回折光学素子製造用の金型。

【請求項18】請求項1～8のいずれか1項に記載の回折光学素子を有することを特徴とする光学系。

【請求項19】請求項18に記載の光学系を有することを特徴とする観察装置。

【請求項20】請求項1～8のいずれか1項に記載の回折光学素子を有することを特徴とする撮像素子。

【請求項21】請求項20に記載の撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は回折光学素子とその製造方法及び金型、該回折光学素子を有する光学系、観察装置、撮像素子及び撮像装置に関し、特に複数の波長又は帯域光で使用する回折光学素子およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、硝材の組み合わせにより色収差を減じる方法が用いられてきた。

それに対し、レンズ面あるいは光学系の一部分に回折作用を持つ回折光学素子（以下、回折格子とも表記）を設け、色収差を減じる方法が SPIE Vol. 1354 International Lens Design Conference (1990) 等の文献や特開平4-213421号公報、特開平6-324262号公報、米国特許5044706号明細書等で開示されている。

これらは、光学系中に配置された屈折面と回折面では、ある基準波長の光線に対する色収差が逆方向に現れる現象を利用したものである。またこのような回折光学素子は、周期的構造の周期を変化させることで非球面レンズ的な効果をもたせることができ、収差の低減に大きな効果がある。

【0003】

また、この回折光学素子は、ガラスあるいは光透過性樹脂等の媒質の屈折率と表面のプロフィールが光学的な影響を与える従来のレンズとは異なり、レンズ表面に形成された回折格子の形状によって、回折現象が起こり、入射光が一点に収束したり発散したりするレンズ作用を有する。よって、回折光学素子表面に形成された回折格子の形状は、一点を中心として同心円状になっており、中心点に最も近い回折格子を第1輪帯と呼び、以降第2輪帯、第3輪帯、…と呼んでいる。

【0004】

回折光学素子は、樹脂成形用金型を用いたインジェクション成形、エッチング加工、レーザ加工等によって作製することができる。量産時において、有利である点から一般的にインジェクション法が採用されている。このインジェクション法に使用される金型の加工は、ダイヤモンドバイトを使用した切削、いわゆるダイヤモンドターニングが広く用いられている。

【0005】

この方法により作製された回折光学素子をレンズホルダーに装着する際の位置合わせについて、特開平10-274705号公報に提示されている。

回折光学素子は、使用波長領域全域の光束が特定次数（以後、設計次数とも表記）に集中するように格子構造が決定されており、それに加え設計次数のある波長で回折効率が高くなるように設計されている（以後、設計波長とも表記。）

図6に示すような回折光学素子を、ある面に形成した場合の特定回折次数における回折効率を図7に示す。

このように1層の回折光学素子を用いた場合には設計波長で最も回折効率が高くなり、それ以外の波長では、徐々に低くなっていく。1層の回折格子によるこの回折効率の低下分は、他の次数の回折光となり、フレアとなる。また、回折光学素子を複数枚使用した場合には特に、設計波長以外の波長での回折効率の低下は

透過率の低下にもつながる。

【0006】

この回折効率の低下を減少させることのできる構成が、特開平11-223717号公報で提示されている。これによれば、少なくとも2層以上の積層構造を持つ回折光学素子によって、高い回折効率を有し、かつ維持できる。また、フレア等を有効に抑制することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の2層以上の積層構造を持つ回折光学素子においては、各素子間の回折格子の位置あわせが重要な問題となるが、現状においては、このような積層構造の回折光学素子において、各素子間の回折格子の位置あわせを高精度に行う手段は、未だ見出されていない。

【0008】

そこで、積層構造の回折光学素子を作製する際に、高精度に位置合わせを行うことができ、フレアの発生を抑え、高い回折効率を達成することが可能な回折光学素子とその製造方法及び金型、該回折光学素子を有する光学系、観察装置、撮像素子及び撮像装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を達成するため、つぎの(1)～(21)のように構成した回折光学素子とその製造方法及び金型、該回折光学素子を有する光学系、観察装置、撮像素子及び撮像装置を提供するものである。

(1) 少なくとも2種類の分散の異なる材質から構成される少なくとも2つの回折格子が、重ね合わされた回折光学素子において、

前記各回折格子は、互いの位置合わせをするためのマークを有し、該マークがそれによって該回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じないように構成されていることを特徴とする回折光学素子。

(2) 少なくとも2つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子において、

前記各回折格子は、互いの位置合わせをするためのマークを有し、該マークが

それによって該回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じないように構成されていることを特徴とする回折光学素子。

(3) 少なくとも2つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子において、

前記各回折格子は、互いの位置合わせをするためのマークを有し、該マークがそれによって該回折光学素子の作製誤差によって生じる回折効率の減少と略同程度の減少しか生じないように構成されていることを特徴とする回折光学素子。

(4) 前記マークは、前記各回折格子を光軸と垂直な方向の位置あわせをするためのマークであることを特徴とする上記(1)～(3)のいずれかに記載の回折光学素子。

(5) 前記マークの大きさは、前記回折光学素子格子面上の第1輪帯面積に対して0.1%以下であることを特徴とする上記(1)～(4)のいずれかに記載の回折光学素子。

(6) 前記マークの大きさは、顕微鏡等の拡大装置で確認できる大きさであることを特徴とする上記(5)に記載の回折光学素子。

(7) 前記マークは、該マークのエッジにおいて光束が蹴られない構成を有することを特徴とする上記(6)に記載の回折光学素子。

(8) 前記マークの深さは、回折光学素子に形成される回折格子の深さの10%以下の深さを有することを特徴とする上記(5)～(7)のいずれかに記載の回折光学素子。

(9) 少なくとも2種類の分散の異なる材質から構成される少なくとも2つの回折格子が、重ね合わされた回折光学素子の製造方法において、

前記各回折格子を互いに位置合わせをするために、前記回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じない構成のマークを、前記各回折光学素子に形成し、該マークを用いて互いの位置合わせをしながら前記回折光学素子を製造することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

(10) 少なくとも2つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子の製造方法において、

前記各回折格子を互いに位置合わせをするために、前記回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能の減少と略同程度の減少しか生じない構成のマークを

、前記各回折光学素子に形成し、該マークを用いて互いの位置合わせをしながら前記回折光学素子を製造することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

(11) 少なくとも2つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子の製造方法において、

前記各回折格子を互いに位置合わせをするために、前記回折光学素子の作製誤差によって生じる回折効率の減少と略同程度の減少しか生じない構成のマークを、前記各回折光学素子に形成し、該マークを用いて互いの位置合わせをしながら前記回折光学素子を製造することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

(12) 前記マークは、前記各回折格子を光軸と垂直な方向の位置あわせをするためのマークであることを特徴とする上記(9)～(11)のいずれかに記載の回折光学素子の製造方法。

(13) 前記マークの大きさは、前記回折光学素子格子面上の第1輪帯面積に対して0.1%以下であることを特徴とする上記(9)～(12)のいずれかに記載の回折光学素子の製造方法。

(14) 前記マークの大きさは、顕微鏡等の拡大装置で確認できる大きさであることを特徴とする上記(13)に記載の回折光学素子の製造方法。

(15) 前記マークは、該マークのエッジにおいて光束が蹴られない構成を有することを特徴とする上記(14)に記載の回折光学素子の製造方法。

(16) 前記マークの深さは、回折光学素子に形成される回折格子の深さの10%以下の深さを有することを特徴とする上記(13)～(15)のいずれかに記載の回折光学素子の製造方法。

(17) 上記(9)～(16)のいずれかに記載の回折光学素子の製造方法に用いることを特徴とする回折光学素子製造用の金型。

(18) 上記(1)～(8)のいずれかに記載の回折光学素子を有することを特徴とする光学系。

(19) 上記(18)に記載の光学系を有することを特徴とする観察装置。

(20) 上記(1)～(8)のいずれかに記載の回折光学素子を有することを特徴とする撮像素子。

(21) 上記(20)に記載の撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態においては、上記した構成を適用して作製された回折光学素子は、レジマークを顕微鏡などの拡大装置で確認しながら張り合わせが行われるが、その際、格子面上の光束径に対して、小さなレジマークを回折光学素子に作製することで、積層構造の回折光学素子を作製する際に高精度に位置合わせを行うことができ、フレアの発生を抑え、高い回折効率の回折光学素子を得ることが可能となる。

【0011】

【実施例】

以下に、本発明の実施例について、説明する。

【0012】

図2は本実施例に用いた回折光学素子の正面図である。回折光学素子1は基板2の表面に回折格子3が形成された構成となっている。

図1は、積層構造の回折光学素子を、図2に示すA-A'断面で切断した際の断面形状である。

この図1においては、深さ方向に誇張した図となっており、図において、5は第1層、6は第2層であり、これら第1層、第2層とも光軸部にレジマーク8が設けられる。これは、積層構造の回折光学素子を作製する際に、高精度に位置合わせを行うために使用される。

【0013】

本回折光学素子の断面形状は、基板2上（図1においては不図示）に作製された第1層5、第2層6、第1層と第2層の間に空気層7を有する構造となっている。また、第1層5と第2層6は異なる材質からなり、全層を通して1つの回折光学素子として作用することを特徴としている。

【0014】

回折光学素子に形成させる回折格子について説明する。

回折光学素子1に形成させる回折格子3を表す位相関数 $\phi(r)$ は、

$$\phi(r) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot F(r) \quad (1)$$

$$F(r) = \sum (C_i \cdot r^{2i}) \\ = C_1 \cdot r^2 + C_2 \cdot r^4 + C_3 \cdot r^6 + C_4 \cdot r^8 + C_5 \cdot r^{10} + \dots \quad (2)$$

となる。ただし、 r は基板中心からの距離である。

位相差として 2π を与える構造が 1 周期となり、ピッチを P とすれば、

$$\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\partial F(r)}{\partial r} \cdot P = 2\pi \quad (3)$$

より

$$P = \frac{\lambda}{\frac{\partial F(r)}{\partial r}} \quad (4)$$

となる。

【0015】

本実施例においては、各回折光学素子にレジマーク 8 を設けることを特徴としている。図 1 においては、レジマーク 8 の大きさを誇張しているが実際には、第 1 輪帯面積の 0.1% 以下の大きさで作製されている。

第 1 輪帯面積の 0.1% 以下のレジマーク 8 に入射した光線は、設計次数とは異なる散乱光となってしまい、回折効率を減少させる原因となる。しかし、回折格子の効率は、設計波長において計算上 100% であるが、格子の作製精度によって、5~10% 低下する。それを考えると、第 1 輪帯面積の 0.1% のレジマーク 8 で発生する散乱光による回折効率の減少は、許容誤差の範囲内といえる。このようにすれば、積層構造の回折光学素子を用いても、光学的性能に影響を与えることが少ない光学系を構成することができる。

【0016】

次に回折光学素子を作製するための金型の切削方法について説明する。

以下の説明では紙面左右方向を x 方向、紙面上下方向を y 方向（上側が $+$ 方向）として記述する。図 3（1）は凹レンズを作製するための金型の図である。この金型は光軸に相当する位置を中心として回転し、切削が行われる。

また、図3（1）に示すように、凹レンズ用の金型ではダイヤモンドバイトによってx方向外側から内側に向かって切削される。第1輪帯を切削する際、レジマーク8を設けるためにダイヤモンドバイトはy方向のマイナス方向に移動する。そのときy方向の切削面は精度よく切削が行われ、x方向の切削面は、ダイヤモンドバイトの刃先の角度がそのまま転写される。

【0017】

ここでは、深さは、回折光学素子に対して10%以下となるように形成されている。数値実施例は示していないが、本実施例においてレジマーク8の大きさは、半径 $15\mu\text{m}$ 、深さ $1\mu\text{m}$ で形成されている。このときの、図3（1）に示すレジマーク8の傾き θ は 4° 程度になる。

レジマーク8の大きさが第1輪帯の面積に比べて0.1%程度と小さいことを考慮すれば、レジマーク8が 4° 傾くことによる光線の散乱光の影響は小さい。

このようにして金型を加工し、さらに紫外線硬化樹脂を用いて図4のように凹型の回折光学素子を作製する。

【0018】

図3（2）は凸レンズを作製するための金型の図である。こちらは、光軸に相当する位置を中心として回転する点は同じであるが、x方向内側から外側に向かって矢印で示したように切削が行われる。そして第1輪帯を切削する際、レジマーク8を設けるためにダイヤモンドバイトはy方向のマイナス方向に移動する。このときもy方向の切削面は精度よく切削が行われ、x方向の切削面は、ダイヤモンドバイトの刃先の角度がそのまま転写される。深さは、回折光学素子に対して10%以下となるように形成される。このようにして金型を加工し、さらに紫外線硬化樹脂を用いて図5のような凸型の回折光学素子を作製する。

【0019】

そして、このようにして作製された回折光学素子は、レジマークを顕微鏡などの拡大装置で確認しながら張り合わせが行われる。図3（3）に積層させた回折光学素子のレジマークを顕微鏡等の拡大装置で観察した際の模様を示す。太線で示した場所がレジマークのエッジ部分であり、この位置を合わせることで、積層回折光学素子を精度よく作製する。

【0020】

以上のように光学的に影響の少ないレジマークを作製することによって、高精度に位置合せされた積層構造の回折光学素子を作製することができ、フレアの発生を抑えた回折効率の高い回折光学素子を作製することができる。

【0021】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、回折光学素子の作製誤差による場合と同程度の光学性能の減少しか生じないレジマークを構成することで、積層構造の回折光学素子を作製する際に、高精度に位置合わせを行うことができ、フレアの発生を抑え、高い回折効率の回折光学素子とその製造方法及び金型、該回折光学素子を有する光学系、観察装置、撮像素子及び撮像装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例における積層回折光学素子の構成を示す図。

【図2】

図1に示された積層回折光学素子の中央部の拡大図。

【図3】

本発明の実施例における積層回折光学素子の製造方法に用いる金型の切削方法を説明するための図。

【図4】

本発明の実施例における凸レンズ作製用の金型形状と凸レンズ形状を示す図。

【図5】

本発明の実施例における凹レンズ作製用の金型形状と凹レンズ形状を示す図。

【図6】

従来例における回折光学素子の構成を示す図。

【図7】

図6に示す回折光学素子を、ある面に形成した場合の特定回折次数における回折効率を示す図。

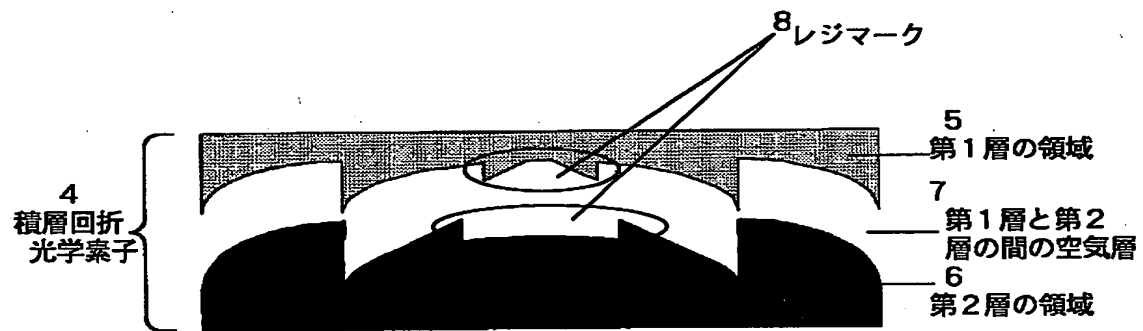
【符号の説明】

- 1 : 回折光学素子レンズ
- 2 : 素子基板
- 3 : 回折格子部
- 4 : 積層回折光学素子
- 5 : 第1層の領域
- 6 : 第2層の領域
- 7 : 第1層と第2層の間の空気層
- 8 : レジマーク
- 9 : 金型
- 10 : ダイヤモンドバイト

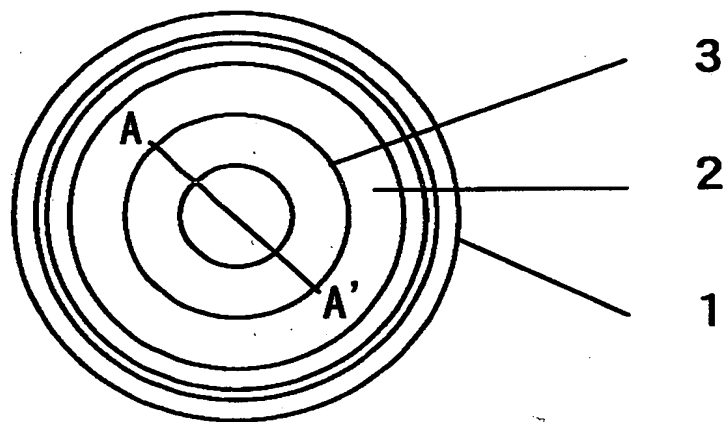
【書類名】

図面

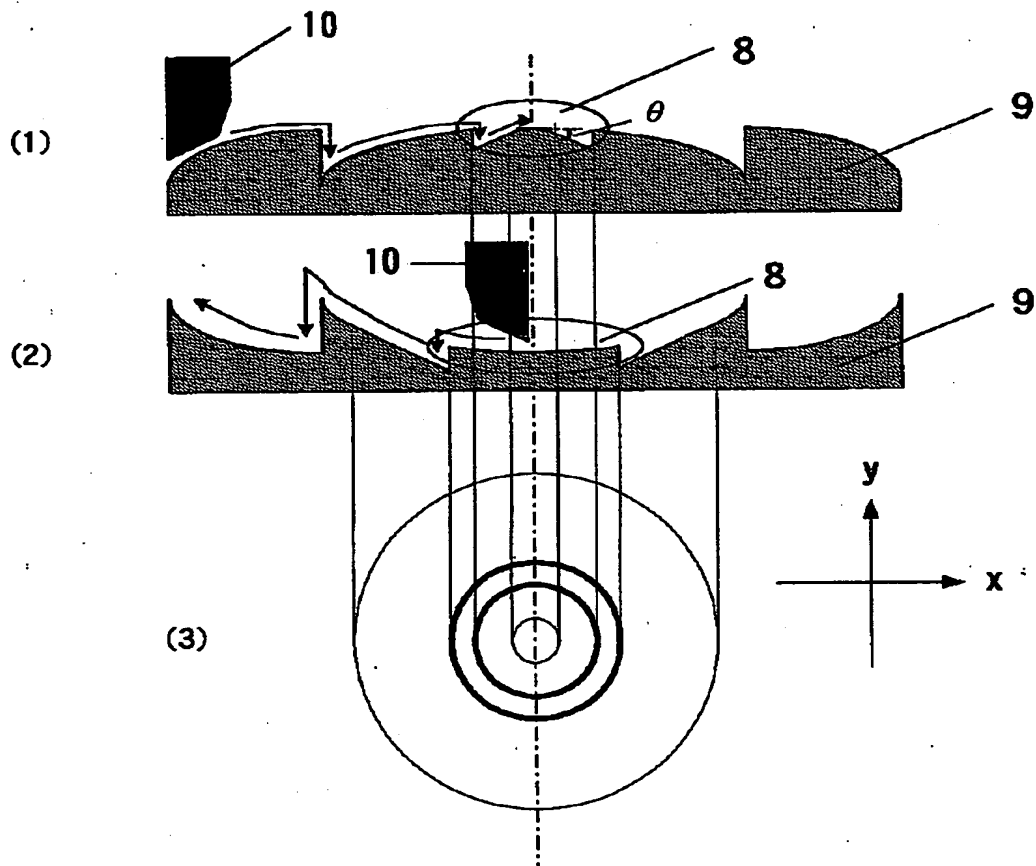
【図1】



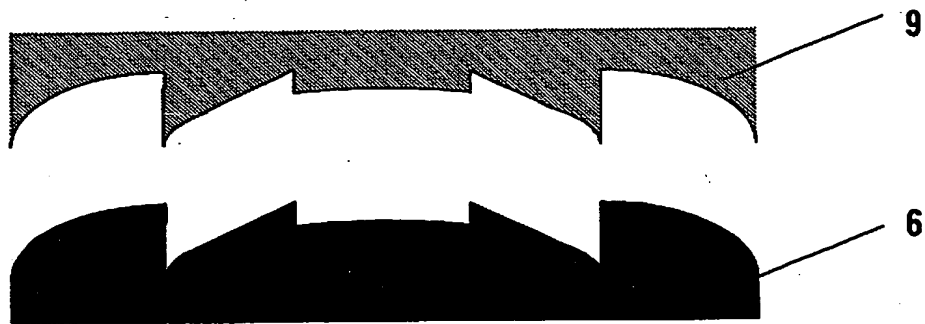
【図2】



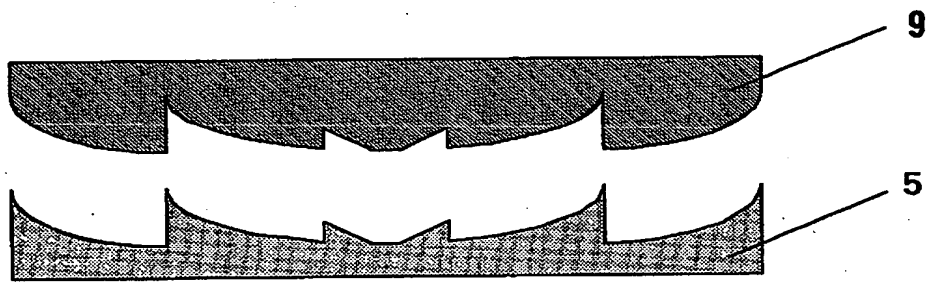
【図3】



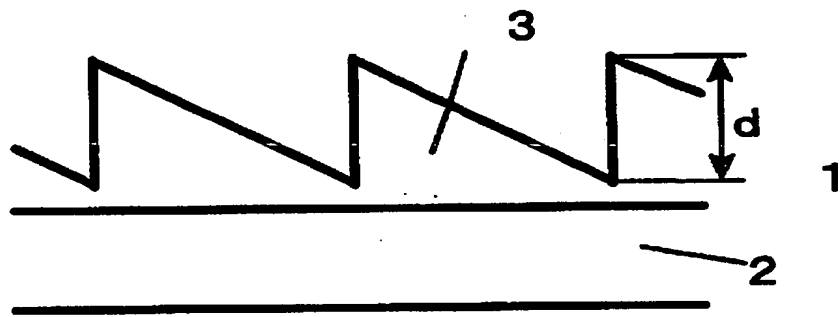
【図4】



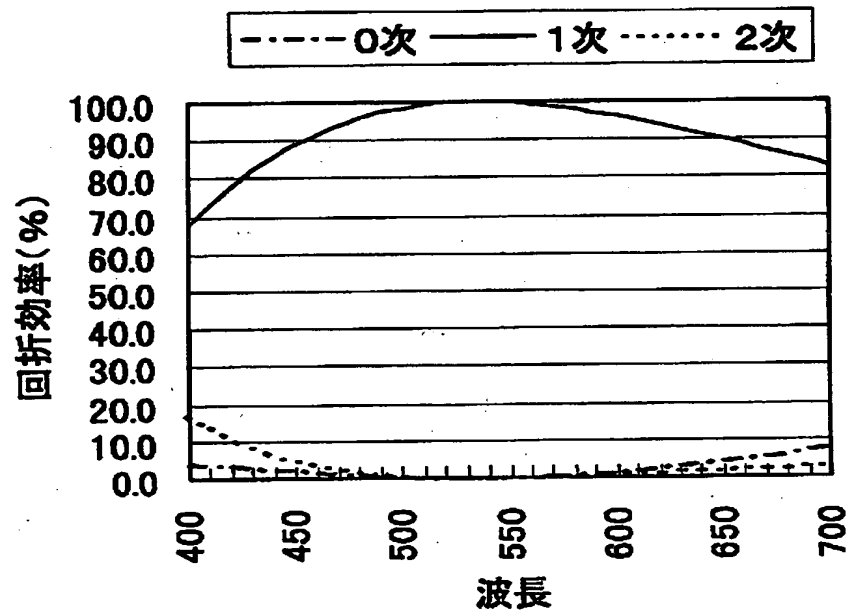
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 積層構造の回折光学素子を作製する際に、高精度に位置合わせを行うことができ、フレアの発生を抑え、高い回折効率を達成することが可能な回折光学素子とその製造方法及び金型、該回折光学素子を有する光学系、観察装置、撮像素子及び撮像装置を提供する。

【解決手段】 少なくとも2つの回折格子が重ね合わされた回折光学素子において、前記各回折格子を互いに位置あわせをするために、回折光学素子の作製誤差によって生じる光学性能または回折効率の減少と略同程度の減少しか生じないマーク8を構成する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社